

日 本 国 特 許 庁

12.05.03

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2003年 4月16日

出 願 番 号

Application Number:

特願2003-111369

[ST.10/C]:

[JP2003-111369]

出 願 人

Applicant(s):

住友電気工業株式会社

REC'D 27 JUN 2003

WIPO

PCT

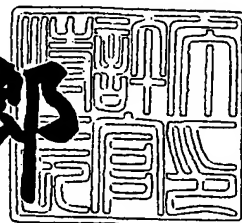
~~PRIORITY DOCUMENT~~

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 6月13日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特2003-3046300

【書類名】 特許願

【整理番号】 103Y0073

【提出日】 平成15年 4月16日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 C03B 37/018
G02B 6/00

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 住友電気工業株式会
社 横浜製作所内

 【氏名】 大石 敏弘

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 住友電気工業株式会
社 横浜製作所内

 【氏名】 中村 元宣

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 住友電気工業株式会
社 横浜製作所内

 【氏名】 石原 朋浩

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 住友電気工業株式会
社 横浜製作所内

 【氏名】 堺 達郎

【特許出願人】

 【識別番号】 000002130

 【氏名又は名称】 住友電気工業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100072844

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 萩原 亮一

【電話番号】 03-3585-3655

【選任した代理人】

【識別番号】 100122161

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡部 崇

【選任した代理人】

【識別番号】 100123331

【弁理士】

【氏名又は名称】 石川 祐子

【選任した代理人】

【識別番号】 100071799

【弁理士】

【氏名又は名称】 内田 明

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-115789

【出願日】 平成14年 4月18日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 051507

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0300151

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 多孔質ガラス母材の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 回転する出発ロッドに対向させて複数本のガラス微粒子合成用バーナを略等間隔に配置し、前記出発ロッドとガラス微粒子合成用バーナとを平行に相対的に往復移動させ、往復移動の折り返し位置を一定方向に移動させ、折り返し位置が所定の位置まで移動したところで逆方向に移動させるようにし、各バーナが初期の位置に戻るまでの操作を 1 セットとし、順次この操作を繰り返してバーナで合成されるガラス微粒子を出発ロッドの表面に順次堆積させて多孔質ガラス母材を製造する方法において、1 セットの平均往復移動距離をバーナ間隔の 2 倍未満とすることを特徴とする多孔質ガラス母材の製造方法。

【請求項 2】 往復移動の折り返し位置の 1 回毎の移動距離を略等間隔とすることを特徴とする請求項 1 に記載の多孔質ガラス母材の製造方法。

【請求項 3】 往復移動の折り返し位置が所定の位置まで移動したとき、次の移動で各バーナを初期の位置まで戻す操作を 1 セットとすることを特徴とする請求項 1 に記載の多孔質ガラス母材の製造方法。

【請求項 4】 最初の移動で各バーナを所定の位置まで移動させて折り返し、以後は往復移動の折り返し位置を各バーナの初期の位置の方向に移動させるようにし、各バーナが初期の位置に戻るまでの操作を 1 セットとすることを特徴とする請求項 1 に記載の多孔質ガラス母材の製造方法。

【請求項 5】 1 セットの中で往復移動の折り返し位置の移動距離を変化させることを特徴とする請求項 1 に記載の多孔質ガラス母材の製造方法。

【請求項 6】 往復移動の折り返し位置の移動範囲がバーナ間隔の略 n 倍（ n は 1 ～ 3 の整数）であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の多孔質ガラス母材の製造方法。

【請求項 7】 往復移動の折り返し位置の移動範囲がバーナ間隔の略 n 倍（ n は 1 ～ 3 の整数）よりも 1 セットにおける折り返し位置の最小移動距離分短い距離であることを特徴とする請求項 1、3 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の多孔質ガラス母材の製造方法。

【請求項 8】 1 セットにおける往復移動の折り返し位置の 1 回の平均移動距離がバーナ間隔の略 $(m+1)$ 分の一 (m は自然数) の長さであることを特徴とする請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の多孔質ガラス母材の製造方法。

【請求項 9】 前記 1 セットにおける往復移動の折り返し位置の 1 回の平均移動距離を $A \text{ mm}$ とし、1 セットの平均往復移動距離を $D \text{ mm}$ とし、 A が $5 \sim 60 \text{ mm}$ の範囲内にあり、かつ、 D が $4 \times A \leq D \leq 240$ の範囲内にあることを特徴とする請求項 8 に記載の多孔質ガラス母材の製造方法。

【請求項 10】 ガラス微粒子堆積終了時期を、前記往復移動において定常部の堆積層数が略均一となる時点に設定することを特徴とする請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の多孔質ガラス母材の製造方法。

【請求項 11】 往復移動の速度とガラス微粒子堆積終了までの間に堆積するガラス微粒子の重量との関係から、前記ガラス微粒子堆積終了時期で目標とするガラス微粒子堆積量を達成できる往復移動速度を決定し、その速度でガラス微粒子の堆積を行うことによって、前記ガラス微粒子堆積終了時期で目標堆積量が達成できるようにすることを特徴とする請求項 10 に記載の多孔質ガラス母材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、出発ロッドとガラス微粒子合成用バーナとを相対移動（往復移動）させながら、出発ロッド上に径方向にガラス微粒子を堆積させる多孔質ガラス母材（ガラス微粒子堆積体）の製造方法に関し、特に両端に形成されるテーパ部が少ない多孔質ガラス母材が得られる多孔質ガラス母材の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

大型の多孔質ガラス母材を高速で製造する方法として、図 7 に示すように容器 4 内の出発ロッド 1 に対向させて複数のガラス微粒子合成用バーナ 7 を一定間隔で配置し、回転する出発ロッド 1 と前記バーナ 7 の列を相対的に往復移動させ（図には出発ロッド 1 を上下に往復移動させる例を示した）、出発ロッド 1 の表面

にガラス微粒子を層状に堆積させて多孔質ガラス母材（ガラス微粒子堆積体）6を得る方法（多層付け法）がある。

このような多孔質ガラス母材の製造方法においては、品質向上の観点から多孔質ガラス母材の長手方向にわたって外径変動を少なくすること、生産性の観点から多孔質ガラス母材の端部に形成されるテーパ部（非有効部）の長さをできるだけ短くすること、などが主要な課題であり、これらの課題を解決するための種々の方法が提案されている。

【 0 0 0 3 】

例えば、往復移動の片道の移動距離をバーナの間隔分とし、往復移動ごとに往復移動の開始位置を移動させていき、所定の位置まで移動した後は逆方向へ移動させて最初の往復移動開始位置に戻すことで実質的に堆積時間が長くなっている往復移動の端部をガラス微粒子堆積体全体に分散し、ガラス微粒子堆積体全体の実質ガラス微粒子の堆積時間やバーナ火炎等のガラス微粒子堆積体への当たり方の変動を平均的に一致させることでガラス微粒子の堆積量を長手方向に等しくし、外径変動を低減する方法が提案されている（特許文献1参照）。

【 0 0 0 4 】

同じく外径変動を低減する方法として、特許文献1記載の方法をベースとし、ガラス微粒子堆積体全域をモニタできるCCDカメラと中央情報処理装置を用いてガラス微粒子堆積体全体の外径変動を測定し、ガラス微粒子堆積体全域を単独でトラバースできる補助バーナによってガラス微粒子の堆積量の少ない部分のガラス微粒子の堆積を補うことで外径変動の低減を行う方法も提案されている（特許文献2参照）。

また、トラバースの開始位置を移動させながらガラス微粒子の堆積を行う際に、ガラス微粒子堆積体全体に長手方向に垂直にクリーンエアを供給し、ガラス微粒子堆積体長手方向の堆積時温度勾配を低減するようにする方法がある（特許文献3参照）。

【 0 0 0 5 】

さらに、往復移動の折り返し位置の移動を円滑に行わせる方法として、バーナ列を第1移動軸上に設置して往復移動させ、前記第1移動軸を第2移動軸上に設

置して、各移動軸の往復移動を一定間隔の単純往復移動としつつ各移動軸の往復距離、往復移動速度、又は距離と速度の両方を異ならせることで折り返し位置の移動を行わせる方法が提案されており（特許文献4、特許文献5参照）、この方法によれば、簡単な機械的方法のみでバーナ列の往復移動の折り返し位置を移動させることができるとしている。

【0006】

【特許文献1】

特開平3-228845号公報

【特許文献2】

特開平10-158025号公報

【特許文献3】

特開平4-260618号公報

【特許文献4】

特開2001-19441号公報

【特許文献5】

特開2001-31431号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

特許文献1に示されるようなトラバースの折り返し位置を移動させる方法の場合、出発ロッドとバーナとの相対位置、堆積層数の1例を示すと図8のようになり、ガラス微粒子堆積体の両端に位置するバーナにより堆積するガラス微粒子の堆積形状がテーパ状となる（端部ほど堆積層数が少なくなる）。

図8はバーナ列の1番外側の外側バーナ2と2番目のバーナ3の部分を示したもので（反対側の外側バーナとその内側のバーナについても同様の状況となる）、右側の数値は折り返し位置が始めの位置に戻るまでの一連の往復移動（1セットの往復移動）の間に出発ロッド1上に形成されるガラス微粒子の堆積層数を示している。図8の例は1セットの往復移動間に10往復する例であり、堆積層数は最大20層である。図の20層より下の部分は3番目以降のバーナによる堆積があるため、下端部を除いて一定の20層となる。原理的には端のバーナによる

ガラス微粒子が堆積する部分のみ堆積層数が少なくなるが、ガラス微粒子堆積体の端部ではガラス微粒子がテーパ状に堆積するので端から2番目に位置するバーナによるガラス微粒子も外側に流れて該ガラス微粒子の多くがテーパ状に堆積し、非有効部であるテーパ部が増大する結果となる。同じ往復移動方式を採用している特許文献2や特許文献3の方法でも同形状のテーパ部が形成される。

【0008】

また、ガラス微粒子堆積工程を終了させる時期は、定常部の堆積層数が均一になる瞬間が最適である。しかし、折り返し位置を密に分散させると堆積層数が均一になるまでに堆積する層数が増加するので、ガラス微粒子堆積量の調整が難しくなる。そのため前記特許文献1には、堆積量が目標重量に近くなったところで折り返し位置の分散間隔を大きくし、ガラス微粒子堆積量の調整を行うことが開示されているが、この方法は折り返し位置の分散による外径安定化効果を低下させることになる。

【0009】

特許文献1～3の方法とはガラス微粒子の堆積形態が異なる特許文献4及び5の方法では、2つの移動軸によりバーナを移動させるため、制御系が複雑になる。また、定常部の堆積層数は2つの移動軸の移動距離と移動速度の差によって異なるが、堆積層数は均一とはならず、堆積層数が異なる部分が交互に出現するか、これに加えてさらに堆積層数が異なる部分が出現する形となる。この方法では、例えば、第1及び第2移動軸の移動距離をバーナ間隔の整数倍とすれば堆積層数が異なる部分が交互に出現する形となり、交互に出現する間隔を細かくとれば外径安定化が可能である。しかしながらこの方法でも前記特許文献1の方法と同様に両端部にはバーナ間隔の整数倍の長さの非有効部が形成される。

【0010】

このテーパ部の増大という問題を解決する方法の1つとしてバーナ間隔を狭め、その分バーナの本数を増やすことが考えられる。このようにすれば外側のバーナ及び2番目のバーナによるガラス微粒子の堆積間隔が小さくなり、テーパ部の低減が可能である。しかし、バーナ間隔を小さくすると同じ長さの有効部を持つガラス微粒子堆積体を製造するためにはバーナ本数を増やすことが必要となる。

そのため、ガスの供給系を増やすことになり、設備コストを増加させることになる。

さらに、バーナ火炎どうしの干渉が発生すると各バーナの堆積効率が不安定になり、外径変動が発生するため、バーナ間隔を短くするのにも限界があり、飛躍的なテーパ部削減効果は望めない。

【0011】

本発明は、このような従来技術における問題点を解決し、バーナ本数を増やすことなく、ガラス微粒子堆積体の端部に形成されるテーパ部分を低減できる多孔質ガラス母材の製造方法を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

本発明は上記課題を解決する手段として、次の(1)～(11)に示す構成を採るものである。

(1) 回転する出発ロッドに対向させて複数本のガラス微粒子合成用バーナを略等間隔に配置し、前記出発ロッドとガラス微粒子合成用バーナとを平行に相対的に往復移動させ、往復移動の折り返し位置を一定方向に移動させ、折り返し位置が所定の位置まで移動したところで逆方向に移動させるようにし、各バーナが初期の位置に戻るまでの操作を1セットとし、順次この操作を繰り返してバーナで合成されるガラス微粒子を出発ロッドの表面に順次堆積させて多孔質ガラス母材を製造する方法において、1セットの平均往復移動距離をバーナ間隔の2倍未満とすることを特徴とする多孔質ガラス母材の製造方法。

【0013】

(2) 往復移動の折り返し位置の1回毎の移動距離を略等間隔とすることを特徴とする前記(1)の多孔質ガラス母材の製造方法。

(3) 往復移動の折り返し位置が所定の位置まで移動したとき、次の移動で各バーナを初期の位置まで戻す操作を1セットとすることを特徴とする前記(1)の多孔質ガラス母材の製造方法。

(4) 最初の移動で各バーナを所定の位置まで移動させて折り返し、以後は往復移動の折り返し位置を各バーナの初期の位置の方向に移動させるようにし、各バ

ーナが初期の位置に戻るまでの操作を1セットとすることを特徴とする前記(1)の多孔質ガラス母材の製造方法。

(5) 1セットの中で往復移動の折り返し位置の移動距離を変化させることを特徴とする前記(1)の多孔質ガラス母材の製造方法。

【0014】

(6) 往復移動の折り返し位置の移動範囲がバーナ間隔の略 n 倍(n は1~3の整数)であることを特徴とする前記(1)又は(2)の多孔質ガラス母材の製造方法。

(7) 往復移動の折り返し位置の移動範囲がバーナ間隔の略 n 倍(n は1~3の整数)よりも1セットにおける折り返し位置の最小移動距離分短い距離であることを特徴とする前記(1)、(3)~(5)のいずれか1つの多孔質ガラス母材の製造方法。

(8) 1セットにおける往復移動の折り返し位置の1回の平均移動距離がバーナ間隔の略 $(m+1)$ 分の一(m は自然数)の長さであることを特徴とする前記(1)~(7)のいずれか1つの多孔質ガラス母材の製造方法。

【0015】

(9) 前記1セットにおける往復移動の折り返し位置の1回の平均移動距離を A mmとし、1セットの平均往復移動距離を D mmとし、 A が5~60 mmの範囲内にあり、かつ、 D が $4 \times A \leq D \leq 240$ の範囲内にあることを特徴とする前記(8)の多孔質ガラス母材の製造方法。

(10) ガラス微粒子堆積終了時期を、前記往復移動において定常部の堆積層数が略均一となる時点に設定することを特徴とする前記(1)~(9)のいずれか11つの多孔質ガラス母材の製造方法。

(11) 往復移動の速度とガラス微粒子堆積終了までの間に堆積するガラス微粒子の重量との関係から、前記ガラス微粒子堆積終了時期で目標とするガラス微粒子堆積量を達成できる往復移動速度を決定し、その速度でガラス微粒子の堆積を行うことによって、前記ガラス微粒子堆積終了時期で目標堆積量が達成できるようにすることを特徴とする前記(10)の多孔質ガラス母材の製造方法。

【0016】

本発明者らはテーパ状部分の長さをできるだけ短くするため、往復移動の方式について種々検討を行い、1セットの平均往復移動距離をバーナ間隔の2倍未満とし、好ましくは往復移動の折り返し位置の移動距離を $A\text{ mm}$ 、1セットの平均往復移動距離を $D\text{ mm}$ としたときに、 A が $5\sim 60\text{ mm}$ の範囲にあり、かつ D が $4\times A\leq D\leq 240$ の範囲となるようにすることにより、効率的にテーパ部分の少ない多孔質ガラス母材が製造できることを見出した。

ここで1セットの平均往復移動距離とは、1セットのトータル移動距離を1セットの往復回数で割った平均的な往復移動の距離である。

また、往復移動の折り返し位置とは、往路（バーナが初期の位置から離れる方向へ相対移動する）から復路（バーナが初期の位置の方向へ相対移動する）へ折り返す位置である。

なお、本発明の方法においては1セットの平均往復移動距離をバーナ間隔の2倍未満とし、かつ、1回の往復移動毎に折り返し位置を移動させるようにしているので、1セット中の往復移動において、往路及び復路の移動距離がバーナ間隔の整数倍となることはない。

【0017】

前記の従来技術では基本的に平均往復移動距離はバーナ間隔の2倍としている。これらの従来技術に比較して本発明の方法には次のような利点がある。

まず、母材全長に折り返し点を同じ間隔で分散する1セットの揺動往復移動で定常部に堆積する層の総数は本発明の方が常に少ない（目標重量の達成精度が向上する）。また、母材両端にできる非有効部の長さは、本発明の方が常に短い（堆積効率向上が可能）。さらに、従来技術ではバーナ間隔に比例して母材両端の非有効部は長くなるが、本発明の最適な実施態様では、バーナ間隔の距離に依存せず、非有効部長を最小にすることが可能である（バーナ間隔を長くし、母材を大型化しても非有効部長を最小にすることが可能）。

【0018】

【発明の実施の形態】

本発明の方法における往復移動の基本的な方式としては、次の1～4の移動形態がある。第1の移動形態は往復移動の折り返し位置の1回毎の移動距離を略等

間隔とする方式である。第2の移動形態は往復移動を繰り返して往復移動の折り返し位置が所定の位置まで移動したときに、次の移動で各バーナを初期の位置まで戻すようにする操作を1セットとする方式であり、第3の移動形態はこれとは逆に最初の移動で各バーナを所定の位置まで移動させて折り返し、以後は往復移動の折り返し位置を各バーナの初期の位置の方向に移動させるようにし、各バーナが初期の位置に戻るまでの操作を1セットとする方式である。また、第4の移動形態は1セット中で往復移動の折り返し位置の移動距離を変化させる方式である。

【 0 0 1 9 】

前記第1の移動形態では、1セットの中で折り返し位置が所定の位置まで移動した時点と各バーナが初期の位置に戻った時点の2点で定常部の堆積層数が長さ方向で略均一となる。

この第1の移動形態において最適な実施形態は、往復移動を往路 $2 \times A$ 、復路を A とし、折り返し位置の移動を同方向に繰返し、バーナ間隔折り返し位置が移動したら往復移動の往路は $2 \times A$ のままとし、復路のみ $3 \times A$ とし、逆方向に折り返し位置を移動していき一番初めの位置に戻るまでの往復移動を1セットとし、これを繰り返しながらガラス微粒子の堆積を行うことである（往復移動片道の平均距離 $2 \times A$ 、1回の折り返し位置の移動距離は $A \text{ mm}$ ）。このようにすれば堆積層数が足りない部分の長さは、多孔質ガラス母材の両端に各 $2 \times A$ ずつ存在するだけであり、最もテーパが短くなる。この原理的に最も短いテーパ長を原理テーパ長という。この場合は原理テーパ長が $2 \times A$ である。ただし、現実的には、テーパの形状に沿ってガラス微粒子が流れるため、テーパ形状は $2 \times A$ より大きくなる。往路 $3 \times A$ 、復路 $2 \times A$ 、バーナ間隔折り返し位置移動後、往路 $3 \times A$ 、復路 $4 \times A$ （往復移動片道の平均距離 $3 \times A$ ）とすると堆積層数が足りない部分は、多孔質ガラス母材の両端各 $3 \times A$ となる（原理テーパ長 $3 \times A$ ）。しかし、原理テーパ長が 120 mm 程度以下では、テーパの傾斜に沿ってガラス微粒子が流れ、堆積効率が悪くなる影響の方が支配的であり、実際のテーパ長は、原理テーパ長が $2A$ のときと $3A$ のときではほとんど変化しない。

【 0 0 2 0 】

ただし、往復移動片道の平均距離を $4 \times A$ 、 $5 \times A$ 、 \dots と増やせば、原理テーパ長も $4 \times A$ 、 $5 \times A$ 、 \dots と増加していく。実際に堆積層数が足りない部分の長さが増加することで、テーパに沿ってガラス微粒子が流れる影響以上にテーパ長が長くなり始めるのは原理テーパ長がある程度長くなったときであり、折り返し位置の移動距離を $A \text{ mm}$ とし、往復移動片道の平均距離を示す係数を B としたときに $(B+1) \times A = C \text{ mm}$ ($B = 1, 2, 3, \dots$) を定義すれば、テーパ長増加が顕著になり始める C が存在すると考えられる。

【0021】

この C は、バーナの形状などにより、多少変化すると考えられるが、少なくとも 120 mm 程度以内にしておけば、著しくテーパ長が長くなるのを抑えることができる。このことから望ましい範囲は、折り返し位置での外径変動を抑えるために $5 \text{ mm} \leq A \leq 60 \text{ mm}$ であり、 $2 \times A \leq (B+1) \times A \leq 120$ の範囲が最適と考えられる。ここで下限 $2 \times A$ は、原理的な下限である。また、外径変動を抑えるために更に好適な A は、 $5 \leq A \leq 40$ である。往復移動の平均距離 D は、 $D = 2 \times (B+1) \times A \text{ mm}$ ($B = 1, 2, \dots$) なので $(B+1) \times A = D \div 2$ となり、上記した望ましい範囲 $2 \times A \leq (B+1) \times A \leq 120$ に代入し、この不等式を往復移動の平均距離に整理すると $4 \times A \leq D \leq 240$ となる。

【0022】

第2の移動形態において最適な形態は、往復移動を往路 $2 \times A$ 、復路を A とし、折り返し位置の移動を同方向に繰返し、バーナ間隔より $A \text{ mm}$ 遠い位置まで折り返し位置が移動したら往復移動の復路をバーナ間隔 $+A$ として一番初めの位置に戻すまでの往復移動を1セットとし、これを繰返ししながらガラス微粒子の堆積を行うことである（往復移動片道の平均距離 $2 \times A$ 、バーナ間隔よりも $A \text{ mm}$ 遠い位置まで折り返し位置が移動するまでは折り返し位置の1回の移動距離が $A \text{ mm}$ ）。

第3の移動形態において最適な形態は、最初の移動でバーナ間隔より $A \text{ mm}$ 遠い位置まで移動させ、以後は復路を $2 \times A$ 、往路を A 、折り返し位置の1回の移動距離を $A \text{ mm}$ とし、往復移動を繰返し一番初めの位置に戻すまでの往復移動を1セットとし、これを繰返ししながらガラス微粒子の堆積を行う形態である（

往復移動片道の平均距離 $2 \times A$)。

また、第 4 の移動形態における最適な実施形態は、往路を $2 \times A$ 、復路を A 、折り返し位置の 1 回の移動距離を $A \text{ mm}$ とし、折り返し位置がバーナ間隔より $A \text{ mm}$ 短い位置まで移動した後は往路を A 、復路を $2 \times A$ 、折り返し位置の 1 回の移動距離を $A \text{ mm}$ とする往復移動を基本とし、1 セットの中で折り返し位置の 1 回の移動距離が A よりも大きくなる移動を含む形態である（往復移動片道の平均距離 $2 \times A$ ）。

【 0 0 2 3 】

前記第 2 ～ 4 の最適移動形態においては、堆積層数の足りない部分の長さは多孔質ガラス母材の両端に各 A ずつ存在するだけであり（原理テーパ長 A ）、テーパ長を最も短くすることができる。ただし、現実的にはテーパ形状は A よりも大きくなる。前記第 1 の移動形態と同様に原理テーパ長が $2 A$ 、 $3 A$ のように短いときには実際のテーパ長はほとんど変化しない。

また、往復移動片道の平均移動距離を示す係数を B としたときに $(B + 1) \times A = C \text{ mm}$ ($B = 1, 2, 3 \dots$) を定義すれば、テーパ長増加が顕著になり始める C が存在する。

第 1 の移動形態同様、 C は 120 mm 程度以内が望ましく、外径安定化のための $5 \leq A \leq 60 \text{ mm}$ を考慮すれば、往復移動の平均距離 D の望ましい範囲は、第 1 のパターンと同様に導出され、 $4 \times A \leq D \leq 240$ となる。

【 0 0 2 4 】

前記特許文献 1 以降の発明においては、往復移動距離（片道）は略バーナ間隔が下限とされている。これは多層付け法が 1 回の往復移動毎に有効部長の全範囲にガラス層を形成しなければならないとの考え方に基づいていることを示している。しかし、本発明では 1 回の往復移動によって有効部長の全範囲にガラス層を形成させなくても堆積厚さの差が顕著になる前に均一化がなされればよいとの発想の転換を行い、折り返し位置の移動を行う 1 セット中に少なくとも 1 回以上均一厚のガラス微粒子堆積層が形成されるようにしている。この考え方の違いによる効果が、低減が難しいと考えられ、発明開示がされていなかった、非有効部（テーパ状部）の大幅な低減を可能とした。

【 0 0 2 5 】

本発明の方法においては、往復移動の折り返し位置を初期のバーナの位置に最も近い位置から最も遠くなる位置（所定の位置）までの間で往復移動毎に段階的に移動させる。定常部（有効部）の平滑化のためには、この折り返し位置を移動させる所定の距離（初期のバーナの位置に最も近い折り返し位置と最も遠い折り返し位置との間の距離）を、前記第 1 の移動形態においてはバーナ間隔の略 n 倍（ n は 1 ～ 3 の整数）、また、前記第 2 ～ 第 4 の移動形態においてはバーナ間隔の略 n 倍（ n は 1 ～ 3 の整数）よりも 1 セットにおける最小移動距離分短くするのが好ましく、特に n が 1 の場合が最も非有効部の長さを短くすることができ、堆積効率がよく好ましい。なお、前記第 2 又は第 3 の移動形態のように、バーナが初期の位置と最も遠い位置との間を 1 回の動作で移動するパターンを含む場合には、その折り返し位置では 1 つのバーナで加熱された後、隣接するバーナで加熱されるまでの時間が短くなり、その部分の温度が高くなり嵩密度が大きくなる可能性があるが、 n が 1 の場合に比べて n が 2 又は 3 の場合にはその影響が緩和され平滑性が向上する効果がある。

【 0 0 2 6 】

従来技術と同様に n を大きくすると有効部の平滑性が向上するが非有効部の長さは長くなり堆積効率が低下する。しかし、本発明では従来技術と同じ整数倍を選択して平滑性を従来技術と同程度に保っても、従来技術に比較して非有効部の長さは略バーナ間隔分短くなり、堆積効率の低下は少ない。

平均往復移動距離をバーナ間隔の 2 倍とする従来技術では、折り返し位置を移動させる所定の距離がバーナ間隔の n 倍の場合、非有効部の長さはバーナ間隔の n 倍となるが、平均往復移動距離がバーナ間隔の 2 倍未満である本発明の場合は、非有効部の長さは $n = 1$ の場合はバーナ間隔より小さくなり、 $n = 2$ 又は 3 の場合はそれぞれ略バーナ間隔又はバーナ間隔の 2 倍よりも若干大きくなるだけであり、従来技術のバーナ間隔の n 倍に比較して短くなっている。 n は 2 以下が好ましく、 $n = 2$ では従来技術の 2 倍と同じ平滑性を保ちつつ、非有効部の長さは略バーナ間隔程度となる。さらに n が 1 のときは従来技術では実現できなかったバーナ間隔以下の非有効部長となり、非有効部を最も短くすることができるので

最も好ましい。

【 0 0 2 7 】

前記第 1 の移動形態における出発ロッドとバーナとの相対位置の経時変化の状況の 1 例を図 1 に示す。図 1 は従来技術の例を示す図 8 との比較が容易なようにバーナ間隔内を 5 区画に分割した例について、バーナ列の 1 番外側の外側バーナ 2 と 2 番目のバーナ 3 の部分を示したもので（反対側の外側バーナとその内側のバーナについても同様の状況となる）、右側の数値は折り返し位置が始めの位置に戻るまでの一連の往復移動（1 セットの往復移動）の間に出発ロッド 1 上に形成されるガラス微粒子の堆積層数を示している。

【 0 0 2 8 】

図 1 の例では、1 セットの往復移動の前半においては 1 方向へ 2 区画分移動して 1 区画戻し、後半においては 1 方向へ移動は 2 区画分のままとし、3 区画分戻すようにして初期の相対位置に戻るようになっている。この場合の堆積層数は図の右側に示したように 2, 6, 8, 8, 8 . . . となっており、有効部の堆積層数より少ない部分は、母材端部のバーナ間隔内のわずかに 2 区画のみである。

この折り返し方式の場合は、さらに分散効果を高めるためにバーナ間隔内の分割数を増やしていても、堆積層数が少ない部分は母材の端に位置する 2 区画のみしか存在しない。すなわち、分割数を増やすと堆積層数の少ない部分の長さはさらに短くなっていく。

【 0 0 2 9 】

例えば、200 mm のバーナ間隔に対し、40 mm ずつ折り返し位置を移動しているのが図 1 の分割数 5 区間（ $200 \text{ mm} \div 40 \text{ mm} = 5 \text{ 区間}$ ）に相当する。この場合、堆積層数が足りない部分の長さは $40 \text{ mm} \times 2 \text{ 区間} = 80 \text{ mm}$ となるが、より分散効果を向上させるために折り返し位置が 20 mm 間隔で分散されるようにすると、200 mm のバーナ間隔内は 10 区間（ $200 \text{ mm} \div 20 \text{ mm} = 10 \text{ 区間}$ ）に分割されることになり、堆積層数が足りない部分の長さは $20 \text{ mm} \times 2 \text{ 区間} = 40 \text{ mm}$ となる。1 回ごとの 1 方向への移動距離がほぼバーナ間隔である従来技術では、200 mm の全間隔において堆積層数が足りなかったのに対し、この方法によれば堆積層数が足りない部分の長さはわずかに 40 mm である

。この堆積層数が足りない部分の長さを減少させる効果は、バーナ間隔が長くなるほど大きくなる。

【0030】

さらに第1の移動形態によれば、往復移動の折り返し位置を母材全長に分散させるための一連の往復移動の1セットにかかる堆積層数が少ないという効果がある。すなわち、図8の従来技術では1セットの間に有効部の層数で20層ガラス微粒子を堆積させるのに対し、図1の本発明の方法では8層しか堆積しない。

図1の方式では1セットでの有効部での堆積層数は常に8層である。これに対し従来製の製法では分散効果を高めるために折り返し位置の移動距離を短くしたり、バーナ間隔を長くしたりすると、1セットに要する有効部の堆積層数が増加していく。例えば5区画の場合で20層、6区画の場合で24層、7区画の場合で28層と増加していく。

平均往復移動距離がバーナ間隔の2倍である従来技術とこの第1の移動形態では、半セット毎に折り返し位置の分散と有効部の堆積層数が均一となる時点があり、この時点でガラス微粒子堆積工程を終了させるのが好ましい。このときの従来技術と比較した堆積層数（≡堆積ガラス重量）の差（第1の移動形態の堆積層数÷従来技術の堆積層数）は、5区画の場合で $2/5$ 、6区画の場合で $1/3$ 、7区画の場合で $2/7$ となり、第1の移動形態では外径安定化のために折り返し位置の分散数を増やしてもガラス微粒子堆積量を細かく調整することができる。

【0031】

次に前記第2の移動形態における出発ロッドとバーナとの相対位置の経時変化の状況の1例を図2に示す。図2は従来技術の例を示す図8との比較が容易なようにバーナ間隔内を5区画に分割した例について、バーナ列の1番外側の外側バーナ2と2番目のバーナ3の部分を示したもので（反対側の外側バーナとその内側のバーナについても同様の状況となる）、右側の数値は折り返し位置が始めの位置に戻るまでの一連の往復移動（1セットの往復移動）の間に出発ロッド1上に形成されるガラス微粒子の堆積層数を示している。

【0032】

図2の例では、1セットの往復移動の前半においては1方向へ2区画分移動し

て1区画戻し、往復移動の折り返し位置がバーナ間隔分より1区画遠い位置まで移動した後、次の移動で初期の相対位置に戻るようになっている。バーナ間隔分よりも1区画遠い所定の位置まで、往復移動の折り返し位置は1区画ずつ移動する。この場合の堆積層数は図の右側に示したように2, 4, 4, 4, 4・・・となっており、有効部の堆積層数より少ない部分は、母材端部のバーナ間隔内のわずかに1区画のみである。

この折り返し方式においても、第1の移動形態と同様にさらに分散効果を高めるためにバーナ間隔内の分割数を増やしていても、堆積層数が少ない部分は母材の端に位置する1区画のみしか存在しない。すなわち、分割数を増やすと堆積層数の少ない部分の長さはさらに短くなっていく。

【0033】

例えば、200mmのバーナ間隔に対し、40mmずつ折り返し位置を移動しているのが図2の分割数5区間 ($200\text{mm} \div 40\text{mm} = 5\text{区間}$) に相当する。この場合、堆積層数が足りない部分の長さは $40\text{mm} \times 1\text{区間} = 40\text{mm}$ となるが、より分散効果を向上させるために折り返し位置が20mm間隔で分散されるようにすると、200mmのバーナ間隔内は10区間 ($200\text{mm} \div 20\text{mm} = 10\text{区間}$) に分割されることになり、堆積層数が足りない部分の長さは $20\text{mm} \times 1\text{区間} = 20\text{mm}$ となる。

さらに、図2に示した第2の移動形態も第1の移動形態と同様、折り返し位置の分散数を増やしても1セット中に堆積する有効部の堆積層数は増加することではなく常に4層であり、第1の移動形態と同様にガラス微粒子堆積量を細かく調整することが可能である。

【0034】

次に前記第3の移動形態における出発ロッドとバーナとの相対位置の経時変化の状況の1例を図3に示す。図3は従来技術の例を示す図8との比較が容易なようにバーナ間隔内を5区画に分割した例について、バーナ列の1番外側の外側バーナ2と2番目のバーナ3の部分を示したもので（反対側の外側バーナとその内側のバーナについても同様の状況となる）、右側の数値は折り返し位置が始めの位置に戻るまでの一連の往復移動（1セットの往復移動）の間に出発ロッド1上

に形成されるガラス微粒子の堆積層数を示している。

【 0 0 3 5 】

図 3 の例では、1 セットの最初の移動でバーナ間隔分より 1 区画遠い位置まで移動させた後、折り返して 2 区画分移動させ、以後 1 区画分移動して 2 区画戻す操作を繰り返して初期の相対位置に戻るようになっている。最初の移動で各バーナが所定の位置まで移動して折り返し、以後は往復移動の折り返し位置が各バーナの初期の位置の方向に 1 区画ずつ移動する。この場合の堆積層数は図の右側に示したように 2, 4, 4, 4, 4・・・となっており、有効部の堆積層数より少ない部分は、母材端部のバーナ間隔内のわずかに 1 区画のみである。

この折り返し方式においても、第 1、第 2 の移動形態と同様にさらに分散効果を高めるためにバーナ間隔内の分割数を増やしていても、堆積層数が少ない部分は母材の端に位置する 1 区画のみしか存在しない。すなわち、分割数を増やすと堆積層数の少ない部分の長さはさらに短くなっていく。

図 3 に示した第 3 の移動形態も第 1、第 2 の移動形態と同様、折り返し位置の分散数を増やしても 1 セット中に堆積する有効部の堆積層数は増加することなく常に 4 層であり、第 1、第 2 の移動形態と同様にガラス微粒子堆積量を細かく調整することが可能である。

【 0 0 3 6 】

次に前記第 4 の移動形態における出発ロッドとバーナとの相対位置の経時変化の状況の例を図 4 (a) 及び (b) に示す。図 4 は従来技術の例を示す図 8 との比較が容易なようにバーナ間隔内を 5 区画に分割した例について、バーナ列の 1 番外側の外側バーナ 2 と 2 番目のバーナ 3 の部分を示したもので（反対側の外側バーナとその内側のバーナについても同様の状況となる）、右側の数値は折り返し位置が始めの位置に戻るまでの一連の往復移動（1 セットの往復移動）の間に出発ロッド 1 上に形成されるガラス微粒子の堆積層数を示している。

【 0 0 3 7 】

図 4 (a) の例では、1 セットの往復移動の前半においては 1 方向へ 2 区画分移動して 1 区画戻す操作を 2 回繰り返した後、4 区画移動させて往復移動の折り返し位置がバーナ間隔分より 1 区画遠い位置まで移動するようにし、後半におい

ては復路 2 区画、往路 1 区画の往復移動を 2 回繰り返した後、次の移動で 4 区画戻すことにより初期の相対位置に戻るようになっている。往復移動の折り返し位置の移動距離は、1 セットの間に 1 区画、3 区画、1 区画、3 区画と変化する。この場合の堆積層数は図の右側に示したように 2, 4, 4, 4, 4・・・となっており、有効部の堆積層数より少ない部分は、母材端部のバーナ間隔内のわずかに 1 区画のみである。図 4 (b) の例は折り返し位置の移動距離を変化させるパターンが異なるだけで堆積層の形成状態は同じである。

この折り返し方式においても、第 1～第 3 の移動形態と同様にさらに分散効果を高めるためにバーナ間隔内の分割数を増やしていても、堆積層数が少ない部分は母材の端に位置する 1 区画のみしか存在しない。すなわち、分割数を増やすと堆積層数の少ない部分の長さはさらに短くなっていく。

図 4 に示した第 4 の移動形態も第 1～3 の移動形態と同様、折り返し位置の分散数を増やしても 1 セット中に堆積する有効部の堆積層数は増加することではなく常に 4 層であり、第 1～3 の移動形態と同様にガラス微粒子堆積量を細かく調整することが可能である。

【 0 0 3 8 】

本発明の方法においては、1 セットにおける往復移動の折り返し位置の 1 回の平均移動距離がバーナ間隔の略 $(m+1)$ 分の一 (m は自然数) の長さとなるようにするのが好ましい。こうすることによって往復移動の 1 セットを初期の往復移動開始位置で終了させることができ、テーパ部分の長さを最も短くすることができる。1 回毎の移動距離がバーナ間隔の略 $(m+1)$ 分の一 (m は自然数) の長さを大きく外れると、隣接バーナとの重なり部分で堆積層数が変わることになるので好ましくない。ここでバーナ間隔の略 $(m+1)$ 分の一 (m は自然数) としたのは、「バーナ間隔±バーナ太さ」の $(m+1)$ 分の一 (m は自然数) を意味する。

なお、この往復移動の折り返し位置の移動間隔は 5～60 mm の範囲となるようにするのが好ましく、さらに好ましくは 5～40 mm の範囲である。バーナの折り返し位置の移動間隔が 5 mm 未満では、折り返し位置の分散効果が発現する前に外径変動が生じ、60 mm を超えると折り返し位置の分散効果が小さくなる

【 0 0 3 9 】

さらに外径変動を小さくするために、最も分散効果を得られていると考えられる1セット中に存在する有効部の堆積層数と折り返し位置の分散密度が均一な時点で、ガラス微粒子堆積工程を終了させるのが望ましい。この堆積終了最適時点は従来技術及び第1の移動形態では1セット中に2回存在し、第2～4の移動形態では1回存在する。すなわち、ガラス微粒子堆積終了時期を、第1の移動形態においては1セット中に2回存在する有効部の堆積層数と折り返し位置の分散が均一となる時点が望ましく、第2～4の移動形態においては前記往復移動が整数セット終了した時点に設定するのが望ましい。このように設定しても、本発明の方法では有効部の堆積層数と折り返し位置の分散が均一となる時点から次の有効部の堆積層数と折り返し位置の分散が均一となる時点までの間に堆積されるガラス微粒子の層数が従来法に比べて少ないので、ガラス微粒子堆積量を細かく制御することが可能である。

【 0 0 4 0 】

一方、従来の製法では、分散効果を高めるために折り返し位置の移動距離を短くすると母材全長への分散に要するガラス微粒子の堆積層数が増加する。往復移動の折り返し点を均一に分散させる移動方式において、ガラス微粒子の堆積を終了させる時期は1セット中に存在する有効部のガラス微粒子堆積層数と折り返し位置の分散密度が均一となる時点とするのが最適である。この終了に最適な時点から次の終了最適時点までの間に堆積されるガラス微粒子の重量を $M \text{ kg}$ とするとガラス微粒子の堆積が終了した時点のガラス微粒子堆積体の重量は $M \text{ kg}$ きざみでしか調整できない。従来の製法ではこの終了最適時点の間の堆積層数が増えるほど M を小さくするのが難しくなるので、所望する重量のガラス微粒子の堆積体を得ることが難しい。本発明では M を小さくでき所望する重量のガラス微粒子堆積体を得ることができる。

【 0 0 4 1 】

さらに、往復移動の速度とガラス微粒子堆積終了までの間に堆積するガラス微粒子の重量との関係から、前記ガラス微粒子堆積終了時期で目標とするガラス微

粒子堆積量を達成できる往復移動速度を決定し、その速度でガラス微粒子の堆積を行うことによって、前記ガラス微粒子堆積終了時点で目標堆積量が達成できるようになり、より効果的なガラス微粒子堆積量制御が可能となる。

【0042】

なお、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。実施形態の説明では往路を上から下への移動としたが逆方向としてもよい。

また、ガラス微粒子合成用バーナとは、必ずしもガラス原料ガスを火炎中で化学反応を利用してガラス微粒子を発生させるものを意味しない。あくまでもガラス微粒子を出発ロッドに供給し、かつ、堆積結合させる機能を有する機構の総称として用いている。

【0043】

【実施例】

以下、実施例により本発明の方法をさらに具体的に説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

（比較例1）

出発ロッドに対向させて4本のバーナを200mm間隔で1列に配置した縦型のガラス微粒子堆積装置を使用し、出発ロッドを上下に往復移動させる方式でガラス微粒子の堆積を行った。直径36mmの出発ロッドを使用し、往復移動は図8のパターンとし、出発ロッド1を下向きに200mm移動した後、上向き180mm移動させ、往復移動の折り返し位置が下方向に20mmずつ移動していくようにした。折り返し位置がバーナ間隔分下に移動した後は、下向きへの移動距離は200mmのままとし、上向きへの移動距離を220mmとして折り返し位置が上向きに20mmずつ移動していくようにし、初めの位置に戻るまでを1セットとし、40セットを繰り返してガラス微粒子堆積を行った。

【0044】

得られたガラス微粒子堆積体（多孔質ガラス母材）は、全長1100mm、外径240mmで、有効部（外径が一定の部分）の長さは500mmであり、両端部にできたテーパ部の長さはそれぞれ300mmであった。原理的には両端にできるテーパ部の長さは200mmであるが、実際にはテーパに沿って外側にガラ

ス微粒子が流れていくため、有効部となるべき部分（600mm）の内側まで（この場合は両端に50mmずつ）テーパ部となることがわかる。

【0045】

（実施例1）

比較例1で使用したのと同じ出発ロッド及びガラス微粒子体積装置を使用し、往復移動は図1のパターンとし、出発ロッド1を下向きに40mm移動した後、上向き20mm移動させ、往復移動の折り返し位置が下方向に20mmずつ移動していくようにした。折り返し位置がバーナ間隔分下に移動した後は、下向きへの移動距離は40mmのままとし、上向きへの移動距離を60mmとして折り返し位置が上向きに20mmずつ移動していくようにし、初めの位置に戻るまでを1セットとし、200セットを繰り返し、その他の条件は比較例1と同じにしてガラス微粒子堆積を行った。得られたガラス微粒子堆積体（多孔質ガラス母材）は全長900mm、外径240mmで、有効部の長さは500mmであり、両端部にできたテーパ部の長さはそれぞれ200mmであった。比較例1に比較して有効部の長さは変わっていないが、非有効部（テーパ部）の長さはそれぞれ100mmずつ短くすることができた。

【0046】

（実施例2）

実施例1と同じ条件で比較例1とほぼ同じ長さのガラス微粒子堆積体が得られるようにバーナ間隔を260mmとしてガラス微粒子の堆積を行った。実施例1と同様に、出発ロッド1を下向きに40mm移動した後、上向き20mm移動させ、往復移動の折り返し位置が下方向に20mmずつ移動していくようにした。折り返し位置がバーナ間隔分下に移動した後は、下向きへの移動距離は40mmのままとし、上向きへの移動距離を60mmとして折り返し位置が上向きに20mmずつ移動していくようにし、初めの位置に戻るまでを1セットとし、200セットを繰り返した。得られたガラス微粒子堆積体は全長1140mmで、両端のテーパ部の長さは実施例1と同じく各200mmとなり、有効部の長さは740mmであった。同じバーナ本数で同じ長さのガラス微粒子堆積体を得られるようにバーナ間隔を調整すると、本発明の方法の方が有効部の長さを長くできるこ

とがわかる。

【0047】

(実施例3)

折り返し位置の移動距離を $A\text{ mm}$ とし、往路 $(B+1) \times A$ 、復路 $B \times A$ の往復移動を繰返し、折り返し位置がバーナ間隔分移動した後、往路 $(B+1) \times A$ 、復路 $(B+2) \times A$ とし、折り返し位置の移動を逆方向に行うようにし、一番初めの位置に折り返し位置が戻るまでの一連の往復移動を1セットとし、これを繰返ししながらガラス微粒子の堆積を行う。このときの平均往復距離 D は、 $D = 2 \times (B+1) \times A\text{ mm}$ である ($B = 1, 2, 3, \dots$)。 $A = 20\text{ mm}$ とし、その他の条件 (バーナ間隔、出発ロッド径等) は、実施例1と同じにし、母材外径が 240 mm となる多孔質ガラス母材を作成する。このときの B の変化と非有効部の長さの関係は次のようになる。すなわち、 $B = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9$ としたときの平均往復距離は、 $D = 80, 120, 160, 200, 240, 280, 320, 360, 400\text{ mm}$ となり、このときの非有効部の長さは、 $200, 202, 207, 205, 210, 238, 262, 278, 300\text{ mm}$ となる。この状況を図5に示す。

ここで $B = 9$ 、 $D = 400$ は、従来技術と同じ場合を示しており、従来技術で最も非有効部長が短くなるポイントである。 $B = 9$ より小さい範囲 $B = 1 \sim 8$ のいずれにおいても従来技術の最も短い非有効部長より、短い非有効部が実現され、また、より好ましい範囲では、ほぼ 200 mm 前後に収束する (このとき $D \leq 240$ である)。

【0048】

(実施例4)

折り返し位置の移動距離を $A\text{ mm}$ とし、往路 $(B+1) \times A$ 、復路 $B \times A$ の往復移動を繰返し、折り返し位置がバーナ間隔より A だけ短い位置まで移動した後、次の移動でバーナが一番初めの位置に戻る一連の往復移動を1セットとし、これを繰返ししながらガラス微粒子の堆積を行う。このときの平均往復距離 D は、 $D = 2 \times (B+1) \times A\text{ mm}$ である ($B = 1, 2, 3, \dots$)。 $A = 20\text{ mm}$ とし、その他の条件 (バーナ間隔、出発ロッド径等) は、実施例1と同じにし、母

材外径が 240 mm となる多孔質ガラス母材を作成する。このときの B の変化と非有効部の長さの関係は次のようになる。すなわち、 $B = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9$ としたときの平均往復距離は、 $D = 80, 120, 160, 200, 240, 280, 320, 360, 400$ mm となり、このときの非有効部の長さは、195、199、202、206、207、223、245、260、280 mm となる。この状況を図 6 に示す。

実施例 3 よりも非有効部の削減効果が大きいのは、同じ平均移動距離に対し原理テーパ長が A mm 短くなっている効果である。より好ましい範囲ではほぼ 200 mm 前後に収束する（このとき $D \leq 240$ である）。

【0049】

【発明の効果】

本発明によれば、バーナ本数を増やすことなく、ガラス微粒子堆積体の端部に形成されるテーパ部分を低減することができる。また、ガラス微粒子堆積体の重量の調整も容易である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の方法における出発ロッドとバーナとの相対移動の状況の 1 例を示す説明図。

【図 2】

本発明の方法における出発ロッドとバーナとの相対移動の状況の他の 1 例を示す説明図。

【図 3】

本発明の方法における出発ロッドとバーナとの相対移動の状況の他の 1 例を示す説明図。

【図 4】

本発明の方法における出発ロッドとバーナとの相対移動の状況の他の 1 例を示す説明図。

【図 5】

実施例 3 における平均往復移動距離と非有効部長さとの関係を示すグラフ。

【図 6】

実施例 4 における平均往復移動距離と非有効部長さとの関係を示すグラフ。

【図 7】

ガラス微粒子の堆積によるガラス微粒子堆積体製造の概要を示す説明図。

【図 8】

従来法での出発ロッドとバーナとの相対移動の状況の 1 例を示す説明図。

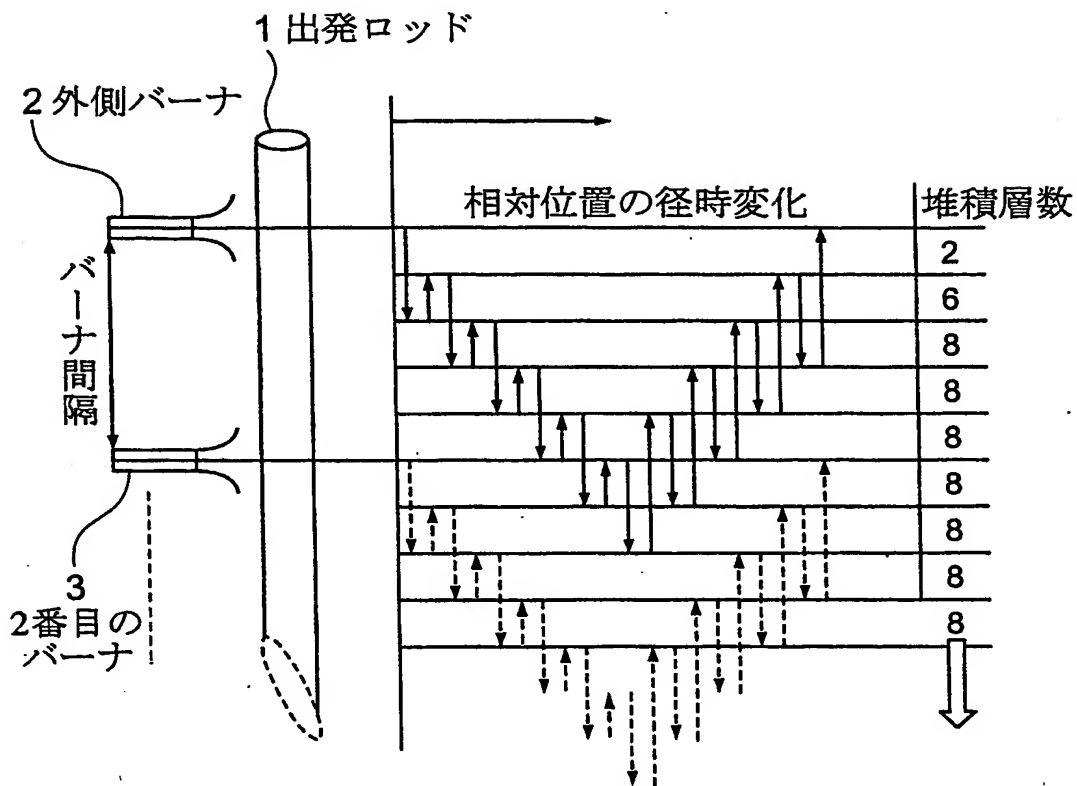
【符号の説明】

- | | | | | | | | |
|---|-------|---|-------|---|-----------|---|-----|
| 1 | 出発ロッド | 2 | 外側バーナ | 3 | 2 番目のバーナ | | |
| 4 | 容器 | 5 | 排気口 | 6 | ガラス微粒子堆積体 | 7 | バーナ |

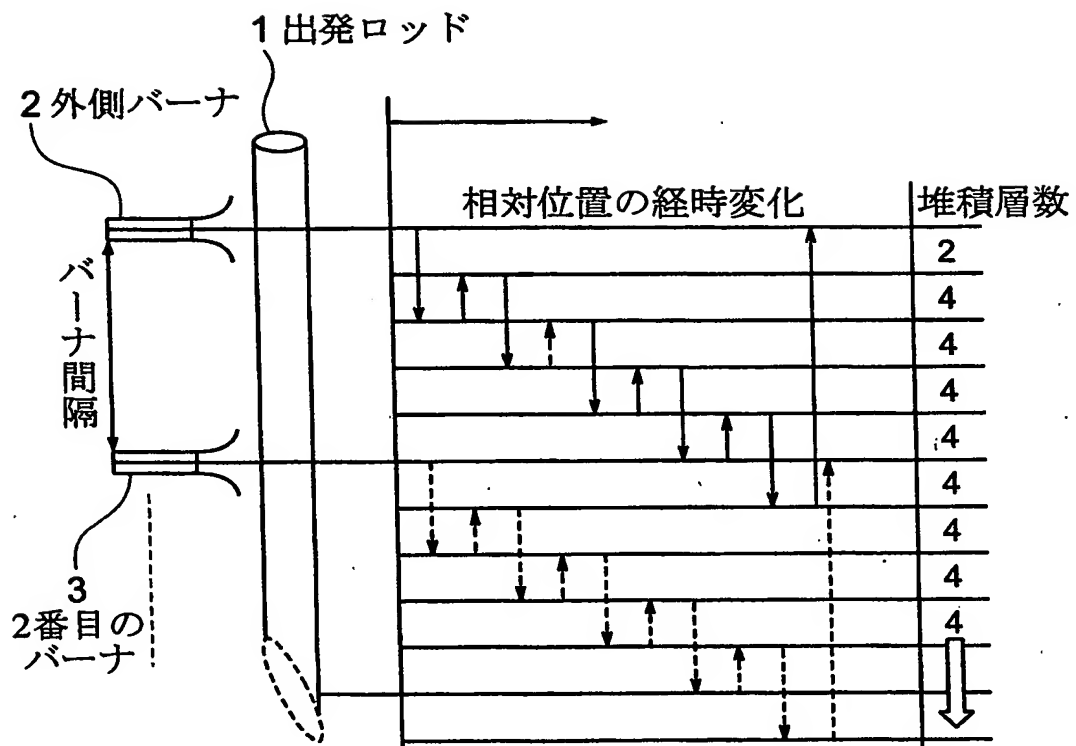
【書類名】

図面

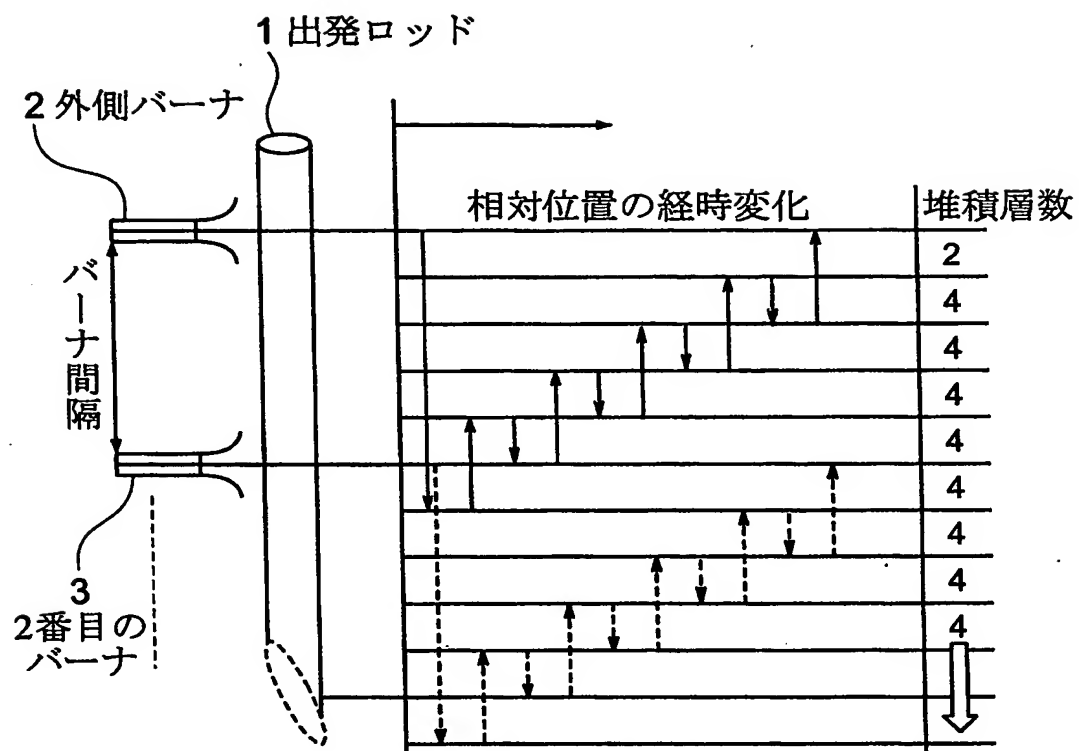
【図1】



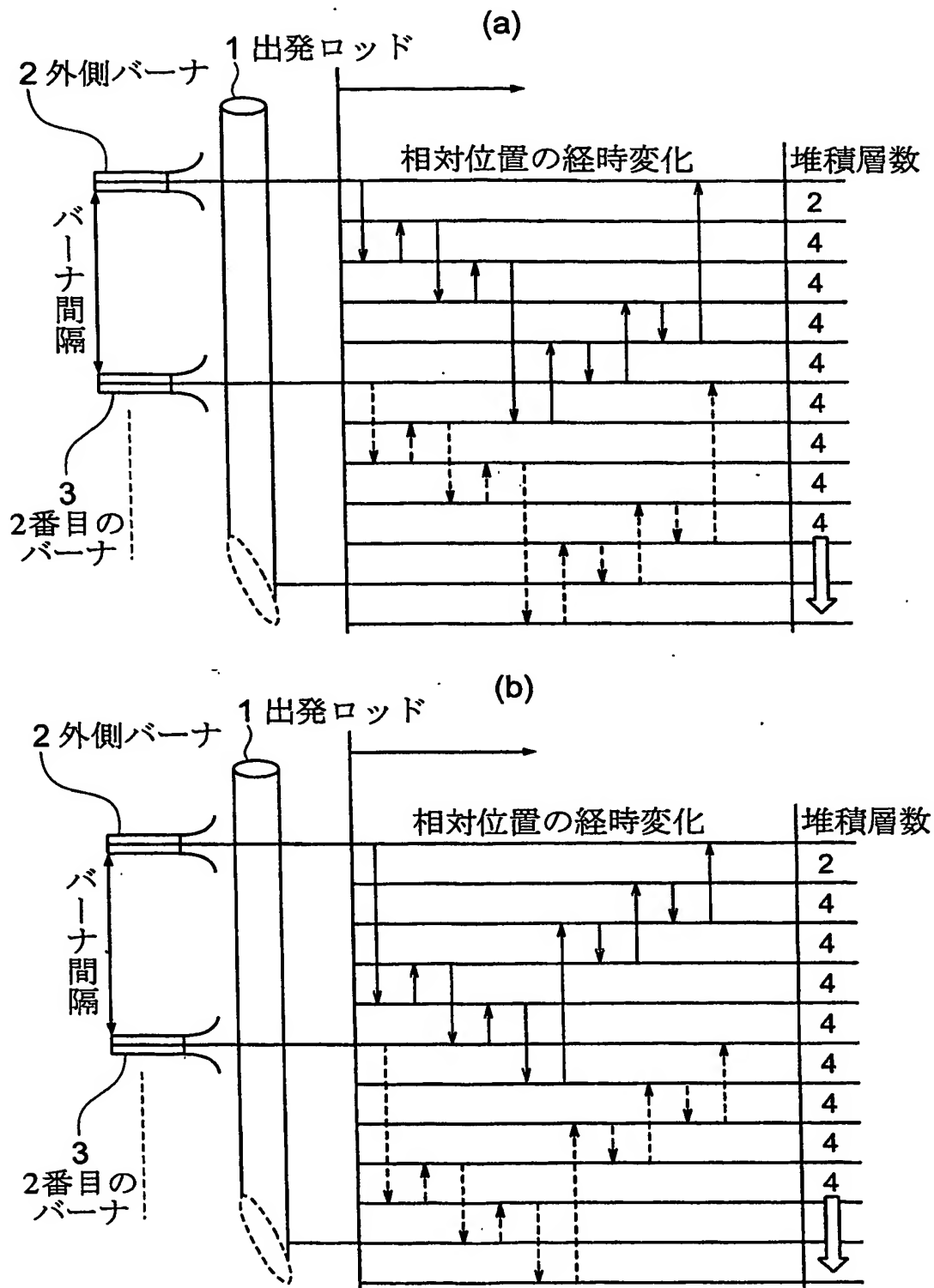
【図2】



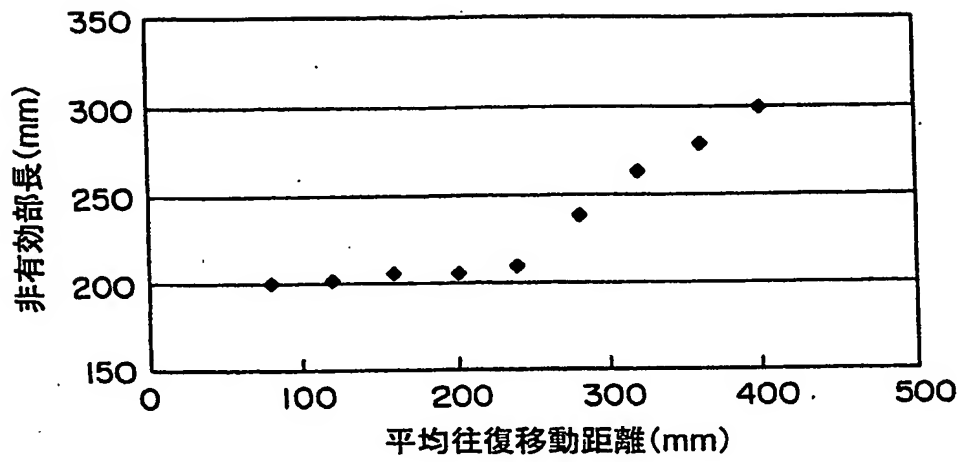
【図3】



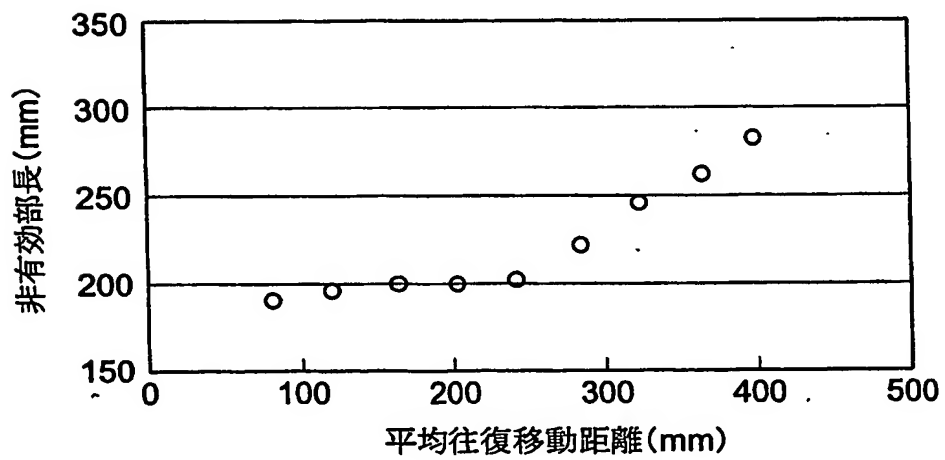
【図4】



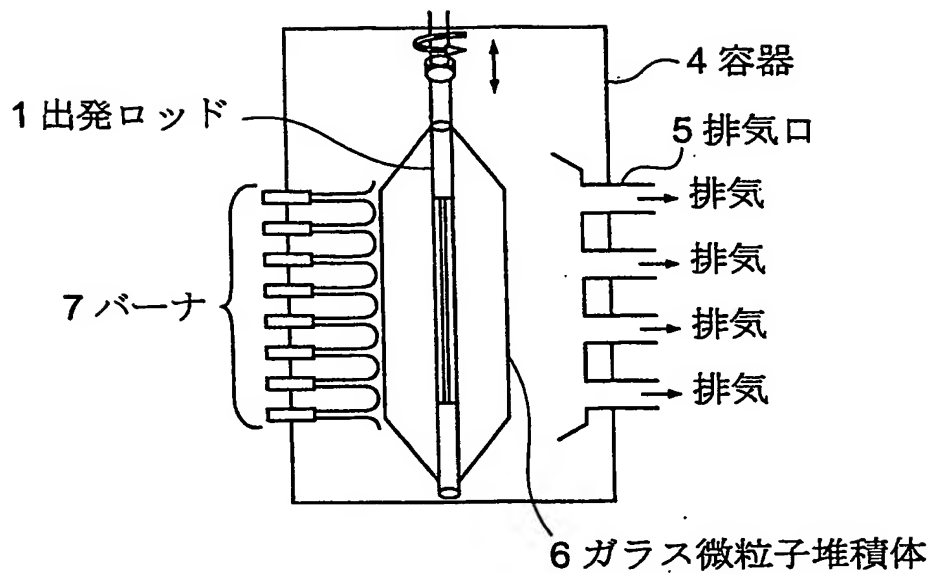
【図 5】



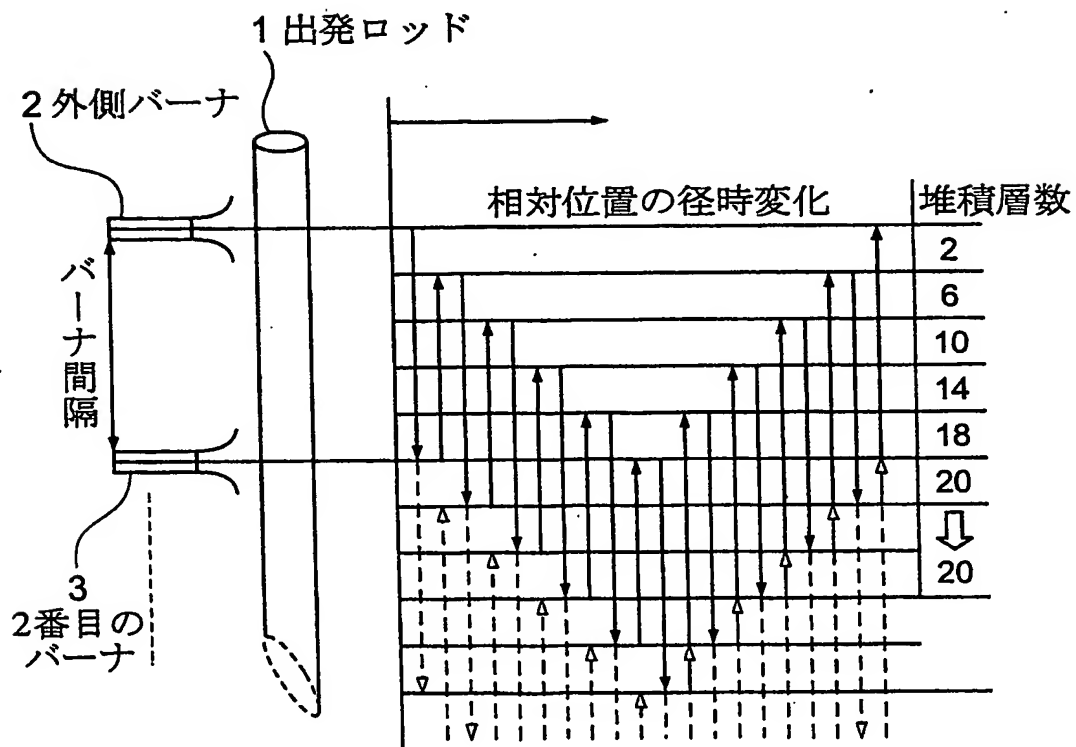
【図 6】



【図7】



【図8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 バーナ本数を増やすことなく、ガラス微粒子堆積体の端部に形成されるテーパ部分を低減できる多孔質ガラス母材の製造方法を提供すること。

【解決手段】 回転する出発ロッドに対向させて複数本のガラス微粒子合成用バーナを配置し、前記出発ロッドとバーナとを相対的に往復移動させ、往復移動の折り返し位置を一定方向に移動させ、折り返し位置が所定の位置まで移動したところで逆方向に移動させる操作を繰り返し、ガラス微粒子を出発ロッドの表面に順次堆積させて多孔質ガラス母材を製造する方法において、1往復の移動距離をバーナ間隔の2倍未満とすることを特徴とする多孔質ガラス母材の製造方法。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002130]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
氏 名	住友電気工業株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.